Messwerterfassung

Franz Kranzinger
E-Mail: kranzinger@media.leu.bw.schule.de

Inhaltsverzeichnis

Physik-Bildungsstandard ... 2
Naturwissenschaftliche Arbeitsweise ... 2
Fachmethodische Zielsetzung ... 2
Pädagogische Dimension ... 2
Messwerterfassungs-Systeme ... 3
Grundsätzlicher Aufbau ... 3
Einsatzmöglichkeiten ... 4
Thermometer ... 4
Temperatursonde ... 4
Magnetfeld-Messungen ... 5
Lichtintensitätsmessung ... 5
Bewegungsmelder ... 6
Gasdruck-Sensor ... 6
Low-g-Messgerät ... 6
Kraftsensor ... 7
Lichtschranke ... 7
Spannungs- und Stromessung ... 8
Messverstärker-Modul ... 8
TI-Set LabPro ... 9
LabPro & TI83-Plus ... 9
LabPro & Computer ... 10
LabPro alleine ... 10
Übersicht – TI ... 13
Standard-Sensoren ... 13
Sensor-Varianten ... 13
CASIO-Set ... 14
EA-200 & FX 2.0Plus ... 14
EA-200 alleine ... 15
Übersicht – Casio ... 16
Standardsensoren ... 16
Erweiterungsmöglichkeiten ... 16
Experiment und Präsentation ... 17

Physik-Bildungsstandard

Im Bildungsstandard steht: *Physikalisches Wissen besteht nicht nur aus Faktenwissen und aus der Kenntnis von Bezeichnungen, Begriffen und „Formeln". Ganz entscheidend ist das Verständnis von grundlegenden physikalischen Konzepten und Modellen, deren Tragfähigkeit ständig hinterfragt werden muss, um die Grenzen physikalischen Denkens erkennen zu können. Schlussfolgerungen zu ziehen, bedarf der Fähigkeit, Informationen und Daten zu kennen, auf der Grundlage physikalischer Gesetze zu beurteilen, auszuwählen und anzuwenden....*

Anspruchsvolle Lernziele dieser Art können in einem Unterricht erreicht werden, der methodenkompetent organisiert wird – d.h. neben einem schülerzentrierten, fragend-erarbeitenden Unterricht, Lehrervortrag, Teamarbeitsphasen, Stillarbeit, Schülerpräsentationen, offenen Aufgabenstellungen, Kreativitätsphasen, Rollenspielen .... und einem herkömmlichen Praktikum können zunehmend auch „neue Medien" in der Messwerterfassung und Messwertverarbeitung zum Einsatz kommen.

Naturwissenschaftliche Arbeitsweise

Im Bildungsstandard steht bei den Fachmethoden:

Die Schülerinnen und Schüler können

- **die naturwissenschaftliche Arbeitsweise (Hypothese, Vorhersage, Überprüfung im Experiment, Bewertung ...) anwenden.**

Fachmethodische Zielsetzung

Die Bearbeitung einer vorliegenden Aufgabenstellung - z.B. in einem Praktikum - beginnt im Team mit einer Analyse des Problems und der Formulierung von Hypothesen. Bei einer hinreichend offenen Problemstellung werden eventuell falsche Hypothesen formuliert; diese Möglichkeit wird bewusst eingeplant! Diese „Findungsphase" sollte unter keinen Umständen durch eine enge Lehrersteuerung oder etwa durch die Vorgabe kleinschrittiger Arbeitsanweisungen verhindert werden. Das Ziel dieses Praktikums ist der ***WEG*** zu guten Messwerten, nicht die Messwerte selbst. Der WEG zur Verifikation oder zur Falsifikation der eigenen Vorhersagen ist das ausdrückliche Bildungsziel. Es muss deutlich werden, dass das Erkennen von Sackgassen oder falschen Hypothesen teilweise wertvoller sein kann, als die schnelle Bestätigung von Tabellenwerten, die man in jedem Buch findet – deshalb kann das Ziel des Praktikum nicht darin bestehen, die Glaubwürdigkeit der Physik-Fachsystematik zu verbessern. Im Praktikum muss die grundlegende Rolle des Experiments deutlich werden: (1.) Jedes Experiment ist theoriegeleitet und (2.) das Experiment entscheidet über die Haltbarkeit einer Hypothese. In diesem Sinne sind kleinschrittige Arbeitsblätter und eine „vorschnelle Lehrerkorrektur" absolut kontraproduktiv. [1]

Pädagogische Dimension

Um Missverständnisse vorzubeugen, möchte ich deutlich betonen, dass die Problemstellung hinreichend offen sein muss, um den obigen „Findungsprozess"

---

[1] Naturwissenschaft und Lernen

Die Schülerinnen und Schüler können Beobachtungen und Experimente zum Erkenntnisgewinn nutzen

zu ermöglichen – sie darf aber nicht „beliebig offen" oder „beliebig unverbindlich" gestellt sein, so dass die Schülerinnen und Schüler „im Nebel herumstochern", eventuell nicht wissen, was sie eigentlich diskutieren sollen und einer Beliebigkeit ausgesetzt sind, die nur zu Frust führen kann. Während einige Schüler bei derartigen „Desorientierungen" gerne dazu neigen „herumzuspielen" und damit ihren Frust kompensieren, reagieren andere Schüler und Schülerinnen mit massiver Ablehnung.

Neben den oben formulierten fachmethodischen Zielen müssen wir also immer auch darauf achten, dass unsere Schülerinnen und Schüler durch die Auseinandersetzung mit der Physik einen Kompetenzzuwachs erleben – dass sie selbst empfinden, etwas dazugelernt zu haben. Nur die „ausgewogene Mischung" aus notwendiger Zielorientierung und hinreichender Offenheit ermöglich ein selbstständiges Erarbeiten von fachmethodischen Inhalten, das Erleben eines Kompetenzgewinns und einen effektiven und schonenden Einsatz der Physikgeräte.

Messwerterfassungs-Systeme

Im Bildungsstandard der Physik finden wir unter: „B Physik und Fachmethode"
Spezifische Methodenrepertoire der Physik
Die Schülerinnen und Schüler

- ❑ können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen.
- ❑ können Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, graphisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen.
- ❑ können Experimente, Messwerte, Diagramme und funktionale Zusammenhänge miteinander in Beziehung setzen.
- ❑ können ***computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum*** einsetzen.

Von diesen hier aufgeführten Lernzielen spielt eventuell nur der letzte Punkt eine gewisse Sonderrolle. Auch wenn an den Schulen computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme eingesetzt wurden, dann war das im Regelfall auf den Frontalunterricht beschränkt. Die Geräte der Lehrmittelfirmen waren meist komplex in der Bedienung und relativ teuer – Argumente, die einen Einsatz im Praktikum eigentlich ausschließen.

Mit der flächendeckenden Einführung des graphikfähigen Taschenrechners und entsprechenden Zusatzmodulen, bieten sich hier neue Möglichkeiten. Relativ kostengünstig und einfach in der Handhabung sollte man diese Variante genauer betrachten.

Grundsätzlicher Aufbau

Im Prinzip besteht dieses System aus drei Komponenten:

1. Der graphikfähigen Taschenrechner
2. Einer Station zur Aufnahme, Analyse und Weiterleitung der Sensordaten an den graphikfähigen Taschenrechner ⇨ Datenstation
3. Sensoreinheiten

Der graphikfähige Taschenrechner wird von der Mathematik als „Pflichtgerät" in der Kursstufe vorgeschrieben und spielt bei finanziellen Planungen der Physik also keine Rolle; einige Schulen geben ihren Schülerinnen und Schüler dieses Gerät schon in der Mittelstufe. Die Handhabung stellt im Regelfall also kein Hindernis dar – oder wird durch den „Physik-Einsatz" nachhaltig verbessert.

Der Anschluss der Aufnahmestation an den graphikfähigen Taschenrechner und das Einstecken der verschiedenen Sensoren ist relativ leicht zu erlernen.

Die Datenstation heißt z.B. bei Casio: EA-200, während sie beim TI83Plus LabPro genannt wird. In beiden Fällen können die Daten aber nicht nur zum graphikfähigen Taschenrechner überspielt werden, sondern es besteht auch die Möglichkeit des Datentransfers zu einem Computer – über eine serielle RS232- oder einer USB-Schnittstelle. Diese Kombinationen eröffnen eventuell eine größere Bandbreite an Verarbeitungsmöglichkeiten.

Einsatzmöglichkeiten

Diese Sensoren werden u.a. von der Firma Vernier hergestellt und sind z.T. sowohl bei Casio – als auch bei TI-Taschenrechnern einsetzbar; die Sensor-Stecker passen sowohl in das Grundgerät der Firma CASIO EA-2000 als auch in das TI-Grundgerät LabPro passen.

Unter der home-page-Adresse:

http://www.vernier.com

kann man sich über die Produkte der Firma direkt in Amerika informieren.

Unter der Adresse: http://www.vernier.com/tech/updates.html findet man verschiedene Dateien – so z.B. kann man dort ein komplettes Handbuch herunterladen.

Die folgende Liste beschreibt einige interessante Sensoren:

Thermometer

Dieser Sensor liefert die Funktion eines einfachen Thermometers mit dem üblichen Einsatzbereich.

Experimentierbeispiel

- ❑ Z.B. könnte man den Temperaturverlauf in einem Schulzimmer im Laufe eines Schultages aufnehmen.
- ❑ Mit dem Thermometersensor wird die Temperatur einer Tasse voll mit heißem Kaffee über einen hinreichend großen Zeitraum bestimmt. Dieses Diagramm wird ausgedruckt und die Lehrkraft legt eine „Trinktemperatur" fest. Die zugehörige Zeit ergibt sich im Diagramm. Dieses so gekennzeichnete Diagramm bekommen alle Teams für die nächste Aufgabe.
  Die Teams werden nun aufgefordert, Strategien zu ersinnen, diese Tasse voll mit heißen Kaffee durch geschickte Zugabe einer vorher festgelegten Menge Milch und zwei Stück Würfel-Zucker möglichst rasch auf eine vorher festgelegte „Trinktemperatur" zu bringen.
  Die Teams überprüfen ihre Vorhersagen|Strategien dann im Experiment

Temperatursonde

Mit der Temperatursonde hat man eine „billige Möglichkeit", Temperaturen in einer Bandbreite zwischen -200°C und 1400°C zu messen.

Experimentierbeispiel

- ❑ Man könnte z.B. die Temperaturverteilung in einer Flamme untersuchen,
- ❑ verschiedene Flammentemperaturen (Kerzenflamme, Flamme eines Gasbrenner) vergleichen

- ❑ Schmelz oder Siedepunkte verschiedener Stoffe bestimmen,
- ❑ Temperatur-Zeitdiagramme aufnehmen usw.

Magnetfeld-Messungen

Dieser Magnetfeldsensor gewinnt seine Messwerte über den Hall-Effekt. Es gibt zwei Einstellbereiche – im oberen Messbereich umfasst der Hall-Sensor SS94A1 einen Bereich von +/- $6{,}4 \cdot 10^{-3}$ Tesla z.B. für die Untersuchung von Permanentmagneten – im unteren Messbereich umfasst er einen Bereich von +/- $3{,}2 \cdot 10^{-4}$ Tesla z.B. für Erdfeldmessungen

Experimentierbeispiel

- ❑ Mit diesem Sensor kann man z.B. die Flussdichte des Erdfeldes bestimmen. Da sowohl die Datenstation als auch der graphikfähige Taschenrechner „netzunabhängig" betrieben werden können, steht einer Messung im „Freien" nichts im Wege.
- ❑ Man könnte aber auch die Feldstärkeverteilung an einem Permanentmagneten oder bei einem stromdurchflossenen Draht oder an einer langen Spule untersuchen.
- ❑ Man könnte z.B. die Teams zunächst vermuten lassen, wie groß die Flussdichte am Ende einer Spule im Vergleich zur Flussdichte in der Mitte ist. Dann könnte man den Auftrag geben, diese Vermutung experimentell mit der oben beschriebenen Anordnung überprüfen zu lassen
  UND man könnte zum Abschluss, den Auftrag geben, „physikalisch-logisch" zu zeigen, dass die Flussdichte am Ende einer langen Spule genau die Hälfte der Flussdichte in der Mitte ist – UND man könnte
- ❑ Ein anderer interessanter Teamauftrag wäre die Aufstellung einer Vermutung, wie das Flussdichte-Zeit-Diagramm in verschiedenen Abständen von einem rotierenden Permanentmagneten aussieht,
  UND die experimentelle Überprüfung mit der obigen Anordnung.

Lichtintensitätsmessung

Der Sensor bei der TI-Variante arbeitet mit einem Hamamatsu S1133 Silizium-Photodiode. Der Sensor bestimmt die Lichtintensität in der physikalischen Einheit 1Lux in drei unterschiedlichen Messbereichen: 0-6000 Lux, 0-600 Lux und 0-150 Lux.

Experimentierbeispiel

- ❑ Ein möglicher Einsatzbereich ist die experimentelle Untersuchung der Abhängigkeit der Lichtintensität von der Entfernung zu einer punktförmigen Lichtquelle (1/r_-Gesetz),
- ❑ Oder die Untersuchung des Absorptionsverhalten eines Polarisationsfilters,
- ❑ der Test des cos_-Gesetzes bei hintereinander geschalteten Polarisationsfiltern,
- ❑ die Bestimmung der Wirkungsgrade einer Solarzellen,
- ❑ die Aufnahme eines Intensitäts-Kurzschlußstromdiagramms einer Solarzelle
- ❑ die Aufnahme eines Intensitäts-Spannungsdiagramms einer Solarzelle,
- ❑ die Feststellung der unterschiedlichen Lichtintensitäten an verschiedenen Stellen in der Schule bei verschiedenen Tageszeiten und bei verschiedenen Beleuchtungsmitteln,
- ❑ die Aufnahme eines Tageshelligkeits-Zeit-Diagramms als Teil einer Wetterstudie zu verschiedenen Jahreszeiten
- ❑ usw.

Bewegungsmelder

Der Ultraschallsender schickt Schallwellen zum Objekt und berechnet aus der Rückkehrzeit des Echos die Entfernung.
Mit diesem Sensor können verschiedene Untersuchungen in der Kinematik durchgeführt werden.
Die sehr guten Test-Ergebnisse wurden mit dem Ultraschallsensor des Typs: EA-2 der Firma CASIO durchgeführt, der ohne Probleme auch zusammen mit dem LabPro der Firma TI funktioniert. Dieser Sensor ist kompakt gebaut und kann zwischen „breitem" und „schmalem" Schallsignal umgeschaltet werden.

Experimentierbeispiel

- So z.B. kann man die Bewegung eines Menschen im Raum festhalten,
- vorgegeben Bewegungsdiagramme – z.B. mit dem Fahrrad im Schulhof – aufzeichnen und auswerten,
- Fahrbahnversuche unterschiedlicher Art durchführen,
- Schwingungsvorgänge – z.B. Pendelbewegungen oder Federschwingungen elegant untersuchen,
- Fallversuche messtechnisch erfassen oder
- die Kinematik eines hüpfenden Balles aufzeichnen.
- ODER man stellt diesen Ultraschallsensor einfach auf den Boden unter einem Feder-Schwer-Pendel und lenkt das Federschwerpendel aus. Auf dem graphikfähigen Taschenrechner – oder auf dem Computermonitor kann man dann das s-t-Diagramm dieser Bewegung einfach ausgeben oder analysieren. So kann man sehr einfach eine „optimale Kurve" durch die vorgelegten Messpunkte zeichnen lassen und kann damit sehr einfach die Schwingungsformel $T = 2 \cdot \pi \cdot (m/D)$ überprüfen.
  Diese Analyse vorgelegter Messpunkte ist sowohl mit dem graphik-fähigen Taschenrechner, als auch im Computerprogramm möglich.

Gasdruck-Sensor

Der Gasdrucksensor umfasst einen Druckbereich von 0 bis 210 kPa. Der Sensor wird dauerhaft beschädigt, wenn er einem Druck von mehr als 400kPa ausgesetzt wird. Die Auflösung beträgt beim LabPro 0,05kPa. Die Reaktionszeit des Sensors liegt bei etwa 100µs.

Experimentierbeispiel

- Mit diesem Gasdrucksensor für „kleine Druckwerte" kann man z.B. die Beziehung zwischen dem Druck und der Ausdehnung (Boyle's-law) untersuchen,
- den hydrostatischen Druck in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe in verschiedenen Flüssigkeiten testen,
- die Beziehung zwischen dem Druck und der Temperatur einer eingeschlossenen Gasmenge (Gay-Lussac's-law) bestimmen.
- und anderer Experimente durchführen, bei denen kleine Druckdifferenzen eine Rolle spielen.

Low-g-Messgerät

Die Funktionsweise dieses Messgeräts ist relativ komplex. In einem integrierten Schaltkreis (IC) befinden sich sehr dünne, leicht bewegliche „Flächen", die eine Seite eines Plattenkondensators bilden. Wenn dieses IC beschleunigt wird, verändert sich der wirksame Abstand dieses „Plattenkondensators" und damit seine

Kapazität. Eine nachgeschaltete Elektronik im Sensor registriert diese Kapazitäts-Änderung und gibt sie als Spannungswert an die Datenstation weiter.

Experimentierbeispiel

- ❑ Dieses Messgerät für kleine Beschleunigungswerte kann man z.B. einsetzen, um die Beschleunigung eines Wagens auf der schiefen Ebene zu bestimmen,
- ❑ Impuls- Änderungen an eine Fahrzeug zu messen,
- ❑ die Beschleunigungswerte eines schwingenden Systems aufzunehmen,
- ❑ die Beschleunigungswerte beim Hochspringen aus dem Stand abzuschätzen,
- ❑ oder a-t-Diagramme aufzuzeichnen.
- ❑ Ein sehr schöner Arbeitsauftrag wäre die Abschätzung der Beschleunigungswerte bei der „20 Hz-LEU-Stimmgabel", wenn man in einem Experiment die maximal mögliche Schwingungsweite bestimmt.
  Anschließend wird der Beschleunigungssensor mit einem einfachen Gummi an den Enden der LEU-Stimmgabel befestigt und die zuvor vermuteten Beschleunigungswerte werden überprüft.

Kraftsensor

Neben dem Low-g-Messgerät wird auch ein Kraftsensor angeboten, der in zwei Arbeitsbereichen eingesetzt werden kann.

- ❑ +/- 10 N – Messbereich … Messgenauigkeit: 0,01N
- ❑ +/- 50 N – Messbereich … Messgenauigkeit: 0,05N

Experimentierbeispiel

- ❑ Es gibt für diesen Sensor beliebig viele Einsatzbereiche …
- ❑ Eine schöne Anwendung wäre folgender Teamauftrag: Die Gruppe soll abschätzen, welche Kräfte bei einem Feder-Schwerependel bei vorgegebener Federmasse, Masse des Pendelkörpers und Amplitude auftreten. Die Gruppe bestimmt in einem ersten Experiment die Federkonstante D und die Periodendauer T.
  Anschließend wird dieses Feder-Schwerependel an den Aufnahmehaken des oben beschriebenen Kraftsensor gehängt und die Kraft-Vorhersage im Experiment bestätigt. Selbstverständlich ergibt sich in diesem Experiment auch elegant ein F-t-Diagramm, aus dem man durch die Analysemöglichkeiten des graphikfähigen Taschenrechners oder Computerprogramms, die zuvor per Hand gemessene Schwingungsdauer des Feder-Schwer-Pendels überprüfen kann.

Lichtschranke

Diese Lichtschranke arbeitet im Infrarotbereich. Wird der Strahl unterbrochen, liefert der Sensor ein Low-Signal und die LED an der Lichtschranke leuchtet auf. Dieses optische Zeichen ist sehr hilfreich bei der Justierung der Lichtschranke innerhalb der Experimentieranordnung.
Dieser Sensor gestattet die üblichen Experimente mit Lichtschranken; der Einsatzbereich umfasst z.B.

- ❑ Untersuchungen der üblichen Art bei der Luftkissenfahrbahn,
- ❑ Experimente zum freien Fall,
- ❑ Messungen bei einem Feder-Schwerependel,
- ❑ Messungen bei einem Fadenpendel
  Man befestigt z.B. in einem Freihandversuch einen länglichen Pendelkörper (… der über seiner ganzen Länge gleich dick ist …) an einer etwa 40 cm langen Schnur und bestimmt mit der Lichtschranke die Periodendauer. Ver-

kürzt man die Schnur auf ein _ ihrer Länge, ergibt sich die halbe Perioden-dauer …

- ❑ usw.

Spannungs- und Stromessung

Mit dieser Strom-Spannungs-Sensor-Kombination wurden im Test sehr gute Ergebnisse erzielt. Diese Sensorkombination kann in verschiedenen Experimenten im Bereich der E-Lehre eingesetzt werden.
Vorsicht: Die Spannung darf an keinem Eingang mehr als +/- 10V betragen.
Folgende Parameter sind dabei zu beachten

- ❑ Spannungsbereich: +/- 6,0V
- ❑ Strommessbereich: +/- 0,6A
- ❑ Linearität: 0,01%
- ❑ Auflösung beim LabPro: 3.1 mV oder 0,31 mA
- ❑ Versorgungsspannung 5V – Gleichspannung (Stromstärke: 9mA)
- ❑ Eingangswiderstand 10k
- ❑ Ausgangsspannung: 0 – 5 V

Experimentierbeispiel

- ❑ Für diese Standardsensoren ergibt sich eine Fülle an Einsatzbereichen.
- ❑ Interessant wäre z.B. der Einsatz einer Spannungs-Strom-Kombination bei einer Glühlampe. Diese Kombination erlaubt die gleichzeitige Aufnahme der Potentialdifferenz an der Glühlampe und die elektrische Stromstärke. Stellt man das Computerprogramm oder den graphikfähigen Taschenrechner so ein, dass der diese Daten in einem U-I-Diagramm darstellt, kann man sehr anschaulich untersuchen, wie sich dieses Diagramm bei unterschiedlichen Lampen und vor allem bei unterschiedliche großen Aufwärmzeiten von 0V auf U_{max} verhält.

Messverstärker-Modul

Dieses Messverstärker-Modul bietet eine Spannungsverstärkung in verschiedenen Stufen, die Messung bis hinunter zu 20mV möglich macht.
Folgende Parameter sind dabei zu beachten

Experimentierbeispiel

- ❑ Für diese Standardsensoren ergibt sich eine Fülle an Einsatzbereichen.
- ❑ Interessant ist z.B. die Aufnahme des U-t-Diagramms einer Thermosäule z.B. zur Aufnahme von Wärmestrahlung, die im Regelfall nur Spannungen im Bereich von mV abgibt.

Dies ist eine kleine Auswahl der verfügbaren Sensoren.

TI-Set LabPro

Beim TI wird das Grundgerät, das die Messwerte von den Sensoren sammelt und an den graphikfähigen Taschenrechner oder an den Computer weiterleitet, „LabPro" oder „Grundgerät" oder „Interface" genannt. Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, Messwerte zu erfassen und weiterzuverarbeiten.

LabPro & TI83-Plus

In dieser Variante sind die beiden Geräte LabPro und TI83Plus schon während der Messwertaufnahme zusammengeschaltet und die Daten können z.T. während der Aufnahme auf dem Display des TI83PLUS angezeigt werden.

Betrachtet man die folgenden Anweisungsschritte, dann erscheint der Zusammenbau relativ komplex; da dieser Zusammenbau und die Übertragung des Transferprogramms aus dem Grund-Gerät (LabPro) in den TI83Plus nur ein Mal erfolgt und diese Schritte auch intuitiv so zu erwarten sind, dürften sich hierbei keine Probleme ergeben.

Zusammenbau

- Auf das Grund-Gerät (LabPro) wird der Kunststoffhalter für den TI83Plus aufgesteckt.
- Der TI83Plus wird in diese Halterung eingeführt.
- Der TI83Plus wird mit dem Grund-Gerät (LabPro) über das beiliegende Kabel (LabPro-to-calculater cable) verbunden. Achten Sie darauf, dass die Stecker wirklich ganz in den beiden I/O-Ports der Gerät einrasten.
- Setzen Sie 4 passende 1,5V Mignon-Batterien in den Batterieschacht des Grund-Geräts (LabPro) – ODER stecken Sie das beiliegende Steckernetzteil in die Steckdose und den 6V Anschlussstecker in das Grund-Gerät (LabPro).
- Das Interface (LabPro) führt jetzt einen „Selbsttest" aus. Mit einer Serie von Tönen meldet sich das Interface zurück und signalisiert über blinkende LEDs am oberen Ende des Grund-Geräts (LabPro) – über rot, gelb nach grün – dass dieser Test erfolgreich war.
- Nun müssen Sie ein Programm vom Grund-Gerät (LabPro) in den TI83Plus übertragen, das die Kommunikation zwischen dem Grundgerät und dem TI83Plus organisiert. Dazu versetzen Sie zuerst den TI83Plus in den Empfangsmodus (Taste „2nd" und Taste „LINK" gleichzeitig drücken | die Option „RECEIVE" mit den Cursortasten des TI83Plus wählen | dann „ENTER" –Taste drücken
- Starten Sie die Datenübertragung, in dem Sie den „Transfer"-Knopf auf dem Grund-Gerät (LabPro) drücken. Auf dem Display erscheint die Erfolgsmeldung „Done" und zwei Signaltöne.
  Sollte die Übertragung fehlschlagen, dann erscheint eine Fehlermeldung. Mögliche Ursachen: Der TI83Plus wurde vor diesen Prozeduren nicht in seinen Ausgangszustand versetzt ... z.B. reicht dann sein Speicherplatz nicht aus, um das Transferprogramm zu laden ... z.B. treten Überschneidungen mit vorhandenen Variablen auf usw.
  Sie können sich überzeugen, ob der Transfer geklappt hat, indem Sie auf dem TI83Plus die Taste „Apps" drücken. Es muss das Programm „DataMate" auftauchen.

Messung mit Auto-ID-Sensoren

- Unter Auto-ID-Sensoren versteht man solche Sensoren, die das Grund-Gerät (LabPro) automatisch erkennen kann. Wie man „nicht-Auto-ID-Sensoren" anschließen kann, wird in einem späteren Abschnitt erklärt.
- Stecken Sie nun als erstes kleines Experiment den Thermometer-Sensor in den Kanal 1 auf der linken Seite des Grund-Geräts (LabPro).
- Über die Taste APPS des TI83Plus können Sie das Programm „2 DataMate" anwählen (Cursortaste „⇩" und „Enter")– es erscheint ein Menü mit einer obersten Zeile, in der der eingesteckten Thermometer-Sensor angezeigt wird. Im unteren Bereich des Bildschirms finden Sie die Angaben (1) SETUP | (2) START | (3) GRAPH | (4) ANALYZER | (5) TOOLS | (6) QUIT.
- Drücken Sie die „CLEAR"-Taste auf dem TI83Plus – damit wird das Programm auf seinen Anfang zurückgesetzt und der Sensor wird erneut erkannt, falls er in der Zwischenzeit ausgesteckt oder mit einem anderen Sensor vertauscht wurde.

Mit der Taste 2 auf dem TI83Plus (siehe oben: „2 Start") können Sie die Messung starten. Es wird 180 Sekunden lang die Temperatur des Sensors aufgenommen.
Wenn Sie den Sensor nach 10 Sekunden mit der Hand umschließen, einige Zeit festhalten und dann eventuell in ein Glas Wasser tauchen, können Sie diese „Temperaturwechsel" des Sensors auf dem Display mitverfolgen.

Messung mit „nicht-Auto-ID-Sensoren

- Schließen Sie einen Sensor dieser Bauart – z.B. das 5g-Beschleunigungsgerät oder die Lichtschranke – an das Grund-Gerät (LabPro) an.
- Über die Taste APPS des TI83Plus können Sie das Programm „2 DataMate" anwählen (Cursortaste „⇩" und „Enter")– es erscheint ein Menü mit einer obersten Zeile, in der der eingesteckten Thermometer-Sensor angezeigt wird. Im unteren Bereich des Bildschirms finden Sie die Angaben (1) SETUP | (2) START | (3) GRAPH | (4) ANALYZER | (5) TOOLS | (6) QUIT.
- Wählen Sie (1) für Setup.
- Wählen Sie mit den Cursor-Tasten den Kanal, an dem dieses Gerät angeschlossen ist und drücken Sie dann die „Enter"-Taste.
- Es erscheint nun eine Liste (... in der Sie eventuell mit „more" weiterblättern müssen ...), in der Sie das angeschlossene Gerät auswählen. Wenn Sie ein Gerät ausgewählt haben, wird dieser „Kanal gesetzt" und im anschließenden Menü der 4 Analog- und 2 Digitalkanäle erscheint das ausgewählte Gerät hinter dem entsprechenden Kanal.
- Wählen Sie nun (2) für „calibrate" - wenn das für dieses Gerät notwendig ist und führen Sie die entsprechenden Befehle nach Anweisung durch ...
- Wählen Sie – wenn das für dieses Gerät notwendig ist – mit der Cursortaste ⇩ „Mode:" und drücken Sie die Returntaste. Achten Sie darauf: Es sind nicht alle „Modi" bei allen Geräten verfügbar. So können Sie z.B. bei der Lichtschranke nur „Time Graph" wählen.
- Nun ist der Sensor aktiviert und die Datenaufnahme kann mit „Start" beginnen.
- Bei manchen Sensoren erscheint die Messung schon während der Messung auf dem Display – bei anderen Sensoren erscheint während der Messung nur die Anzeigen „sampling"

Auswertung – einfachste Form

- Mit der Taste „STO→" auf dem TI83Plus können Sie die Messung stoppen.
- Die bisher aufgenommen Messkurve erscheint „Koordinatenoptimiert" auf dem Bildschirm des TI83Plus und kann z.B. mit den Kursor-Tasten des TI83Plus „abgetastet" und die entsprechenden Messwert abgelesen werden. Weitere Auswertungsoptionen ergeben sich entsprechend dem Handbuch des TI83Plus.

LabPro & Computer

Das Grund-Gerät (LabPro) wird mit dem beiliegenden USB-Kabel mit dem Computer verbunden und das „Set-Up" Programm der beiliegenden Software „Logger PRO (WIN and P-MAC) gestartet. Auf eine 2000XP-Oberfläche erfolgt die Installation völlig problemlos. Startet man das Programm, erscheint eine Oberfläche, auf der man sich relativ leicht zurechtfindet. Im Bedarfsfall kann man ein Hilfemenü aktivieren.

In allen bisherigen Test erwies sich diese LoggerPro-Software auf einem Notebook mit einer WIN 2000XP-Oberfläche als eine perfekte Lösung. Durch die problemlose Ankopplung des LabPro über die USB-Schnittstelle (… so z.B. ist das Aus- oder Einstecken des Messwerterfassungssystems bei laufendem Computer kein Problem …) hat man mit dieser Anordnung nicht nur eine für Schulzwecke sehr gut geeignetes Messwert-Computererfassungssystem, sondern zusätzlich noch die Möglichkeit, Messwerte auch unabhängig vom Computer mit dem LabPro alleine aufzunehmen und anschließend mit dem graphikfähigen Taschenrechner oder auf dem Computer mit dieser LoggerPro-Software auszuwerten.

LabPro alleine

Vorbereitung – mit Auto-ID-Sensoren

Dieses Vorgehen gilt für eine spätere Übernahme in den TI83Plus oder in den Computer

- Das Grund-Gerät (LabPro) muss mit Batterien bestückt oder an das mitgelieferte Netzgerät angeschlossen sein.
- Ein „auto-ID-Sensor" (ein Sensor, der vom LabPro automatisch erkannt wird) wird in einen der passenden Kanäle (analog auf der linken Seite – oder digital auf der rechten Seite) eingesteckt.
- Nun drückt man den „Quick Setup" Knopf am Grund-Gerät (LabPro), das ist der mittlere der drei Knöpfe an der Stirnseite des Geräts. Das zweimalige Blinken der gelben LED und zwei Signaltöne zeigen den Abschluss des Set-Up-Vorganges.

Messung – mit Auto-ID- Sensoren

Dieses Vorgehen gilt für eine spätere Übernahme in den TI83Plus oder in den Computer

- Wenn man mit der Messung beginnen will, drückt man den Start/Stop-Knopf am Grund-Gerät (LabPro). Die grüne Leuchtdiode bestätigt den Datenaufnahmeprozess vom Sensor.
- Will man die Messung beenden, dann drückt man erneut auf den Start/Stop-Knopf.
- Wenn die eingestellte Messzeit abgelaufen ist, wird die Messung automatisch gestoppt.

Auslesen in den Computer bei Auto-ID-Sensoren

- Sie schließen den LabPro, der gesammelte und gespeicherte Daten enthält, über die USB-Schnittstelle an den Computer an.
- Erst dann starten Sie das Programm „Logger Pro".
- Auf dem Bildschirm erscheint ein Menü mit folgender Kopfzeile: „LabPro Has Data" ... hier wählen Sie den Knopf: „Retrieve Data" und die Daten werden in den Computer überspielt.

Vorbereitung und Messung – mit beliebigen Sensoren

Diese Vorbereitung gilt für den Fall, dass die Daten anschließend in den TI83Plus überspielt werden sollen.

- Der TI83Plus und das Grund-Gerät (LabPro) sind zusammengeschaltet usw.
- Der Sensor – egal ob „auto-ID" oder „nicht-auto-ID" ist an einem Kanäle (analog auf der linken Seite – oder digital auf der rechten Seite) eingesteckt.
- Startet man das „DataMate" Programm so werden „auto-ID-Sensoren" automatisch erkannt – die anderen Sensoren sind „manuell" (siehe obige Beschreibung" einzubinden.
- Nun wählt man „Setup" im Menü und geht mit den Cursortasten des TI83 auf „Mode" und drückt die Return-Taste. Im Menü „Select Mode" wählt man „TimeGraph"
- Im Menü Time Graph Settings wählt man (2) Change Time Setting um die Daten-Messrate festzulegen. Zuerst verlangt der TI83Plus die Eingabe der Zeit zwischen zwei Messungen. Dann verlangt der TI83Plus die Anzahl der Messungen
- Nun bereiten Sie das Interface (LabPro) auf die manuelle Triggerung vor, in dem Sie im Menü „Time Graph Settings" die Option (3) Advanced wählen. Im Menü Adv. Time Graph Settings wählen Sie die Option (3) Change Triggering. Im Menü Select Triggering wählen Sie (2) Manual Trigger. Nun gehen Sie durch dreimalige Wahl von (1) OK zurück.
- Sie wählen jetzt Hauptbildschirm (2) Start und die gelbe LED geht an und zwei Signaletöne sind zu hören und eine Meldung erscheint auf dem Bildschirm, dass die „Datenaufnahme" vorbereitet ist. Sie drücken die „Enter-Taste" des TI83Plus zur Bestätigung.
- Wählen nun im Hauptbildschirm (6) Quit, schalten den TI83Plus ab, stecken ihn aus und können mit dem Grundgerät (LabPro) alleine zum Messort gehen.
- Sie starten die Messung mit dem Knopf „Start/Stop" auf dem Grundgerät (LabPro). Die gelbe LED geht aus und die grüne LED zeigt an, dass die Messung begonnen hat.
- Wenn die grüne LED nicht mehr leuchtet, ist die Messung beendet und kann in den TI83Plus ausgelesen werden – siehe nächsten Abschnitt.

Auslesen in den TI83Plus

- Will man die gesammelten Daten nun in den TI83Plus übertragen, so schließt man den TI83Plus an das Grund-Gerät (LabPro) an (siehe Zusammenbau: Der TI83Plus wird mit dem Grund-Gerät (LabPro) über das beiliegende Kabel (LabPro-to-calculater cable) verbunden. Achten Sie darauf, dass die Stecker wirklich ganz in den beiden I/O-Ports der Gerät einrasten.)
- Man schaltet den TI83Plus an und startet das Programm DataMate über die Taste „APPS". Es erscheint die Meldung: „Data Collection ist done ...." oder ein anderer Text ...
- Jetzt drücken Sie die „Enter" Taste zur Bestätigung und Sie gelangen auf den Hauptbildschirm. Hier wählen Sie „TOOLS" und in diesem Menü „Retrieve Data"
- Es erscheinen die im LabPro aufgenommenen und gespeicherten Daten in einer Graphikausgabe des TI83Plus.

Vorbereitung, Messung und Einlesen in den Computer

- ❑ Das Grund-Gerät (LabPro) wird an den Computer angeschlossen und die LoggerPro Software gestartet.
- ❑ Der Sensor wird im Menue „SetUp" ⇨ „Sensor" manuell eingebunden – wenn er nicht automatisch erkannt wird - und calibriert ...
- ❑ Anschließend legt man im Menü „Experiment" ⇨ „Samplin" die Anzahl der Messungen und die Messdauer fest ... und wählt im „Mode" ⇨ „Real Time Collect" ..... siehe oben
  Oder man wählt im „Mode" Menü „Selected Events"
- ❑ Diese Konfiguration wird in einem File abgespeichert!
- ❑ Statt – wie üblich – die Messung mit „Collect" zu starten, wählt man im Menü „Remote" die Option „Set Up LabPro" und wählt dort „SetUp". Die gelbe Leuchtdiode am Grund-Gerät (LabPro) geht an und zeigt damit, dass es Daten empfangen kann.
- ❑ Jetzt kann man das Grund-Gerät vom Computer trennen und die Messung mit der Start/Stop-Taste beginnen. Wenn man möchte, kann man die Messung die vorgesehene Zeit ablaufen lassen (erkennbar an der grünen LED) oder mit der Start/Stop-Taste unterbrechen. Für den Fall „Selected Events" wird bei jedem Druck auf die Start/STop-Taste eine Messung aufgenommen.
- ❑ Das Grund-Gerät (LabPro) wird wieder mit dem Computer verbunden (USB-Schnittstelle) und die LoggerProSoftware gestartet. Anschließend holt man das zuvor abgespeicherte File wieder zurück.
- ❑ Im Menü „Remote" Menü wählt man „Retrieve Data" und holt damit die Daten vom Grund-Gerät in den Computer.

Übersicht – TI

3B Scientific GmbH
Heidelberger Straße 26
01189 Dresden
Tel + 49-351-4039-00
Fax + 49-351-4039-090
Salesde@3bscientific.com

Standard-Sensoren

Kurz-Beschreibung	andere Bezeichnungsart	Bestellnummer	Preis
Grundgerät	**LabPro**	**U 44 000**	
Voltmeter		**U 44 280**	
Thermometer-Sensor		**U 44 280**	

Sensor-Varianten

Kurz-Beschreibung	andere Bezeichnungsart	Bestellnummer	Preis
Bewegungssensor	**MD-BTD**	**U 44 210**	
Kraftsensor	**DFS-BTA**	**U 44 235**	
Mikrofon	MCA-BTA	U 44 260	
Lichtschranke	VPG-BTDT	U 44 240	
5g-Beschl.-Sensor	**LGA-BTA**	**U 44 202**	
Lichtsensor	**LS-BTA**	**U 44 245**	
Speichenrad	**SPA**	**U 44 241**	
Magnetfeldsensor	**MG-BTA**	**U 44 250**	
Strom-, Spann.-Sensor	CV-BTA	U 44 270	
g-Leiter	**PF**	**U 44 242**	
Drehwinkel-Sensor	DIN-3DI	U 44 215	
Messverstärker	INA-BTA	U 44 255	
Digital-Steuereinheit	DCV-BTD	U 44 290	
□-, □-, □-Sensor	**RM-BTD**	**U 44 225**	
Drucksensor	GPS-BTA	U 44 220	
Thermoelement	TCA-BTA	U 44 285	
Barometer	BAR-BTA	U 44 300	
Feuchtigkeitssensor	RH-BTA	U 44 325	
Leitfähigkeitssensor	CON-BTA	U 44 330	
Durchfluss-Sensor	FLO-BTA	U 44 320	
EKG-Sensor	EKG-BTA	U 44 405	
LoggerProSoftware		**U 44 100**	

CASIO-Set

Im folgenden Text wird der Datenanalyzer EA-200 (Grund-Gerät) der Firma CASIO beschrieben. Alle Eigenschaften und Möglichkeiten dieses Gerätes hier zu beschreiben würde den zur Verfügung stehenden Rahmen bei weitem sprengen. Das Ziel dieser Beschreibung kann also nur ein „erster Kontakt" mit diesem Messerfassungssystem sein.

Die Lieferung umfasst folgende Teile

- ❑ EA-200 – Datenanalyzer – Grund-Gerät mit Schutztasche, Datenkommunikationskabel SB-62, Batteriesatz, Netzgerät
- ❑ Mikrophon und Lautsprecher sind im Grundgerät eingebaut.

- ❑ Temperatur-Sensor (Auto-ID-Sensor)
- ❑ Voltmeter-Sensor (Auto-ID-Sensor)
- ❑ Lichtintensitäts-Sensor (Auto-ID-Sensor)

- ❑ Zusätzlich kann man noch einen Bewegungs-Sensor EA-2 erwerben.

Im Grundgerät ist ein Mikrophon und ein Lautsprecher eingebaut.
Dieser Geräte können in verschiedenen Messvarianten eingesetzt werden. Dem EA-200 liegt eine deutsche Gebrauchsanweisung mit vielen interessanten Physikeinsatzbeispielen bei – die folgende Experimentiertitel tragen:

- ❑ Bewegung mit gleichmäßiger Beschleunigung
- ❑ Periode der Pendelbewegung
- ❑ Erhaltung der Bewegungsenergie
- ❑ Gay-Lussac-Gesetz
- ❑ Polarisation des Lichts
- ❑ Eigenfrequenz und Schall
- ❑ Luftsäulenresonanz und Schallgeschwindigkeit
- ❑ Aufbau einer musikalischen Tonleiter
- ❑ Gleichstrom- und Ausgleichsvorgänge
- ❑ Wechselstromkreis
- ❑ Eigenschaften einer verdünnten Lösung
- ❑ Exothermische Reaktion
- ❑ Elektromotorische Kraft einer Batterie
- ❑ Sonnenlicht und Solarzelle
- ❑ Topographische Bedingungen und Klima

EA-200 & FX 2.0Plus

In dieser Variante sind die beiden Geräte EA-200 und FX 2.0Plus schon während der Messwertaufnahme zusammengeschaltet und die Daten können z.T. während der Aufnahme auf dem Display des FX 2.0PLUS angezeigt werden. Die Inbetriebnahme besteht nur aus wenigen Schritten:

Zusammenbau

- ❑ Man setzt die mitgelieferten Batterien in den Batterieschacht des Grund-Geräts ein – ODER man steckt das beiliegende Steckernetzteil in die Steckdose und den Anschlussstecker in das Grund-Gerät.
- ❑ Zum Schutz kann man das Grund-Gerät in die mitgelieferte Schutztasche stecken.

- Mit dem mitgeliefert Datenkommunikationskabel SB-62 stellt man die Verbindung des EA-200 mit dem graphikfähigen Taschenrechner FX 2.0Plus her.
- Über die on/off-Taste seitlich auf der rechten Seite des EA-200 wird das Gerät aktiviert..

Messung mit Auto-ID-Sensoren

- Ein Auto-ID-Sensor wird in den Kanal 1 (CH1) eingesteckt – z.B. den Temperatursensor.
- Im Menü E-CON des FX2.0PLUS wählt man mit der F1-Taste das Setup EA-100 (EA-100 ist die kleinere Version eines CASIO-Analysator). Dann wählt man 1:Wizard drückt [EXE] und wählt mit F1 CASIO. Im anschließenden Menü wählt man den entsprechenden Sensor – z.B. 2:Temp, falls man den Temperatursensor benutzen will. In diesem Fall wählt man im nächsten Menü 1:°C und bestätigen mit der [EXE]-Taste.
- Nun wird man aufgefordert die Messzeit einzugeben – z.B. 0.5s.
- Im nächsten Menü muss man die Anzahl der Messungen eingeben – z.B. 100.
- Nun wird man darüber informiert, wie groß die gesamte Messzeit ist. Diese Angaben muss man mit „YES" über die F1 oder mit [EXE] bestätigen.
- Nun erscheint die Aufforderung: „Start sampling" und man kann die Messung mit der [EXE]-Taste starten.
- Während der Messung erscheint auf dem Bildschirm „sampling".

Auswertung – einfachste Form

- Nach der Messung werden die Daten vom EA-200 in den Speicher des FX 2.0Plus übertragen und im Graphikdisplay angezeigt.
- Im Menü des FX 2.0Plus kann man die Option STAT wählen; Die Liste 1 enthält die Zeitwerte (horizontale Achse) und die Liste 2 enthält die Temperaturmesswerte.
- Mit 1:S-Graph1 werden die Messwerte erneut ausgegeben. Mit der F1-Taste (Trace) kann man eine Option starten, in der man mit den Kursor-Tasten das Diagramm „abtasten" und die entsprechenden Messwert abgelesen kann. Weitere Auswertungsoptionen ergeben sich entsprechend dem Handbuch des FX 2.0PLUS.

EA-200 alleine

Vorbereitung – mit Auto-ID-Sensoren

- Der Auto-ID-Sensor wird im Kanal 1 (CH1) eingesteckt – z.B. der Temperatursensor.
- Mit der Taste SetUp wird der Messvorgang vorbereitet. Die grüne LED „Ready" leuchtet auf.

Messung – mit Auto-ID- Sensoren

- Die Messung wird mit der Taste Start/Stop gestartet und mit der gleichen Taste gestoppt. Während der Messung leuchtet die LED „Sampling".

Auslesen in den FX 2.0Plus

- Man schreibt das folgende kleine Programm:
  Receive (List 1)
  Receive (List 2)

  Und startet das Programm – oder man tippt diese beiden Programmzeilen direkt ein.
- Durch diese beiden Befehlszeilen werden die Daten in den FX2.0Plus-Speicher übertragen.
- Im Menü des FX 2.0Plus kann man die Option „STAT" wählen; Die Liste 1 enthält die Zeitwerte und die Liste 2 enthält die Temperaturmesswerte.
- Mit 1:S-Graph1 werden die Messwerte erneut ausgegeben. Mit der F1-Taste (Trace) kann man eine Option starten, in der man mit den Kursor-Tasten das Diagramm „abtasten" und die entsprechenden Messwert abgelesen kann. Weitere Auswertungsoptionen ergeben sich entsprechend dem Handbuch des FX 2.0PLUS.

Übersicht – Casio

Casio Europa GmbH
Postfach 3147
22824 Norderstedt
e-Mail:

Standardsensoren

Kurz-Beschreibung	andere Bezeichnungsart	Bestellnummer	Preis
Casio Data-analyzer	EA-200		
Temperatursensor			
Spannungsensor			
Optischer Sensor			
Bewegungsmelder	EA-2		
FX-Link-KIT	Software ♉ Windows		

Erweiterungsmöglichkeiten

Die im Kapitel: „Einsatzmöglichkeiten" beschriebenen „Vernier-Sensoren" können aber – soweit ich es bisher testen konnte – ebenfalls relativ problemlos angeschlossen werden.
Im Menü E-CON des FX2.0PLUS wählt man mit der F1-Taste das Setup EA-100 (EA-100 ist die kleinere Version eines CASIO-Analysator). Dann wählt man 1:Wizard drückt [EXE] und wählt mit F2 VERNIER. Im anschließenden Menü kann man dann die „Vernier-Sensoren" auswählen, die im Kapitel „Einsatzmöglichkeiten" beschrieben sind.

- Ein schöne Anwendung ist z.B. das „Low-g-Messgerät".

Experiment und Präsentation

Im Idealfall werden diese Experimente mit den hier beschriebenen Messwerterfassungs-Systemen selbstverantwortlich im Praktikum zur Überprüfung der eigenen Hypothesen durchgeführt, Fehler diskutiert, eine Dokumentation verfasst und die Ergebnisse der Klasse mit mehr oder weniger „**neuen Medien" präsentiert**.